PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2001-237751

(43)Date of publication of application: 31.08.2001

(51)Int.CI.

H04B 7/06 H04B 1/04 H04B 1/10 H04B 1/18 H04B 7/08 H04J 3/00

(21)Application number: 2001-003612

(71)Applicant: LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing:

11.01.2001

(72)Inventor:

FOSCHINI GERARD JOSEPH

LOZANO ANGEL

RASHID-FARROKHI FARROKH

VALENZUELA REINALDO A

(30)Priority

Priority number : 2000 482429 Priority date : 13.01.2000

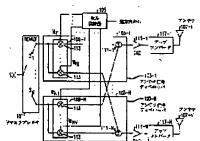
Priority country: US

(54) METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING SIGNAL IN COMMUNICATION SYSTEM AND TRANSMITTER AND RECEIVER USED IN MIMO SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device which can process signals to be transmitted from various antenna, for improving the capability of a receiver that extracts these transmitting signals from the received signals, regardless of some correlations in a MIMO system.

SOLUTION: The number of bit streams to be transmitted simultaneously is adjusted and decreased, according to the correlation level, and at the same time plural versions of every bit stream weighted in various ways are transmitted at the same time. These weighted versions are coupled together for generating a singlecoupled weighting signal. A receiver processes the received signals, as through all signals arrived at a receiving antenna with no correlation. A weight vector can be decided with a forward channel transmitter, by making use of the channel characteristic of a forward link that is notified to a transmitter of a forward link when the channel characteristic is transmitted from a receiver of a forward link via a transmitter of a reverse link.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

ව

(13)公開特許公報(4)

(11)特許出版公開每号

梅開2001-237751	(P2001-237751A)	平成13年8月31日(2001.8.31)
		(43)公開日

デーマコート"(数数)					•	最終頁に統へ
1		æ	W	∢	Ω	(李二里)
						OF
		1/04	1/10	1/18	2/08	開求項の数23
PI	H04B					米壁状
	•					整查额决
中四间四						
	90/2	<u>ا</u>	1/10	1/18	1/08	
(51) Int.C.	H04B					

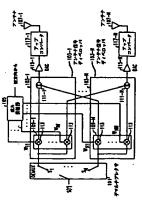
		THE MAN MAN STATE OF THE RICH MAN STATE OF THE STATE OF T
(21) 出版時日	(VICTO01-3612(P2001-3612)	(71) 出題人 596077259
	,	ルーセント テクノロジーズ インコージ
日期(72)	平成13年1月11日(2001.1.11)	レイチッド
		Lucent Technologies
(31) 低先指主致移导	(31) 低先相主頭番号 09/482429	Inc.
(32)優先日	平成12年1月13日(2000,1,13)	アメリか合衆国 07874 ニューシャージ
(33)優先権主頭団	(SO) 图米	一、マレーヒル、マウンデン アベニュ
		007-009
		(74)代理人 100081053
	•	井曜士 三段 弘文
٠		
	-	

過信システム中で信号を送信するための方法および数置および送信機およびMIMOシステム中 で使用するための受信権 (54) [発明の名称]

(67) [原物]

【戦題】 MIMOシステムにおいて、様々なアンテナ 受信された信号からそれらを抽出する受信機の能力を改 **事するように処理することを可能にする方法および装置** から遊信される信号を、いくらかの相関にも関わらず。 を施供するにと。 【解佚年段】 国時に送信されるピットストリームの数 6、 右図のフベラに依存して関節された弦少さ在のたる 一方、做々に重み付けされた各ピットストリームの複数 のパージョンが同時に遺信される。彼々に触み付けされ たパージョンは、100粒合された個み付け信号を生成 アナに金ての信号が知識したと同じように、受信された 信号を処理する。重みペクトルは、逆方向リンクの送信 り、原方向リンクの送信機に知らされる原方向リンクの するように結合される。受信機は、相関なしに受信アン **娘により順方向リンクの受信機から送信されることによ** チャネル特性を使用して、優方向チャネル送信機により

休允することができる。



「体育を大きの物理」

るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 **質方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナを** を送信するための方法であって、前記し個の受信アンテ 「財水項11」 L個の受信機アンテナを有する受信機へ **着えた送信機および前配受信機から前配送信機へ通信す** に相関が存在する可能性があるものにおいて、

送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される ペきデータサブストリームを、データストリームから生 前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ **竹記N個の送信アンテナから前記し個の受信アンテナへ** 送信され得る独立の信号の数を決定するステップと、

サブストリームあたりN個の重み付けされたサブストリ ームを生成するために、1つの虫みを前配N個の送信プ ンテナの各々に対して、前記サプストリームの各々をN 国の重みで重み付けするステップと、 成するステップと、

竹記送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた めに、前記送信アンテナの各々に対して、前記サブスト リームの各々から生成された前配重み付けされたサブス トリームのうちの1つを結合するステップとを有するこ とを特徴とする方法。

[請求項2] 前記送信信号を、前記アンテナの各々1 **つから送信するステップをさらに有することを特徴とす** 5階水項1配載の方法 [請求項3] 前記重みを前記逆方向チャネルにより受 **信するステップをさらに有することを特徴とする請求項** 前記置みは、前記逆方向チャネルを介し 1 記載の方法。

最終買に続く

て前配受信機から受信されたチャネル情報および干渉共 分散の関数として、前記送信機により決定されることを **侍徴とする請求項1記載の方法。** 【群水項5】 前配重みは、

件列式H ↑ (KN) H=U↑A2Uを解くステップと、

国立方程式

および

 $\sum \tilde{\lambda}^t = P$

をゝについて解くことにより、前記固有値えをウォータ Φ=U[†]diag (λ~l, ..., λ~ll) Uの行列Φを定義 ーフィリングするステップと、 その中の前記虫みの各々は、 するステップと、

であり、 jは1からNまでの監数である非正規化された 菌みペクトルwi= [wil. ···· wiN] を生成するステップとにより決定され、ここで、

H * は、前記チャネル応答行列Hの共役転置行列であ Hは、チャネル応答行列であり

Λは、Λ=diag (λ¹, ..., λ¹) として定義される対 Uは、単位行列であり、その各行は、H[†] (K^N) Hの KN は、干渉共分散行列であり 固有ペクトルであり

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 11, ..., 14は、H (KM) Hの各固有値であり、 角作列であり、

kは、1からMまでの整数の指数であり U ↑ は、行列Uの共役転置行列であり、 pは、送信される電力であり、

大数であり、

そのアーギュメントが正であるときアーギュメント自体 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、 に戻るオペレータであり

各え~は、各重みベクトルに対する電力を表す中間変数 7.80

flagは、様々なえ~ が、行列中の主対角線のエレメン トとして配置されることを示し、

行列 Φ の各列は、 $\Phi = [z_1, ..., z_N]$ により示され る正規化された重みペクトルとして使用され、前配正規 zi= [zil. ..., zin] からなり、iは1からNまで 化された重みベクトルは、個別の正規化された重み2, の整数であることを特徴とする精水項1配敵の方法。

ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 【精束項6】 L個の受信機アンテナを有する受信機へ **暇方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナを 加えた送信機および前記受信機から前記送信機へ通信す** るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 を送信するための装置であって、前記1個の受信アンテ に相関が存在する可能性があるものにおいて、

竹記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 洛信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される ペきデータサブストリームを、データストリームから生 **法信され得る独立の信号の数を決定するための手段と、** 成するための手段と

サプストリームあたりN個の虫み付けされたサプストリ ンテナの各々に対して、前記サブストリームの各々をN ームを生成するために、1つの茧みを前記N個の送信ア 個の重みで重み付けするための手段と、

加記法信アンテナの各々に対する法信信号を生成するた りに、前記送信アンテナの各々に対して、前記サブスト

リームの各々から生成された前記型み付けされたサブス トリームのうちの1つを結合するための年段とを有する ことを作散とする被値。

【肺水項7】 L個の受信機アンテナを有する受信機へ 頃方向チャネルを介して送信するN舗の送信アンテナを るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 を送信するための装置であって、前配し個の受信アンテ ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 備えた设信機および前配受信機から前配送信機へ通信す に相関が存在する可能性があるものにおいて、

前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される ベきデータサブストリームを、データストリームから生 **柳記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナ〜** 送信され得る独立の信号の数を決定するための手段と、 成するための年段と、

ンテナの各々に対して、前記サプストリームの各々をN サプストリームあたりN個の重み付けされたサプストリ ームを生成するために、1つの缸みを前記N個の送信ア 個の重みで重み付けするための年段と、

めに、動配送信アンテナの各々に対して、前配サプスト 前記送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた リームの各々から生成された前配田み付けされたサブス トリームのうちの1つを結合するための年段とを有する ことを修復とする被置。

[請求項8] 前記送信機は、前記重みを生成するため [請求項9] 前配送信機は、前配置みを配倍するため の平段を含むことを特徴とする情求項7配載の装置。 の甲段を含むことを特徴とする精水項1配載の装置。

[請求項10] 前記送信機は、前配重みを生成するた [請求項11] L個の受信機アンテナを有する受信機 ンテナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信 するための逆方向チャネルを有する通信システム中で信 へ版方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナ を備えた送信機および前配受信機から前配送信機へ通信 **号を送信するための送信機であって、前記し個の受信ア** めの年段を含むことを特徴とする精水項7記載の装置。 **身中に相関が存在する可能性があるものにおいて、**

べきゲータサブストリームを、ゲータストリームから生 **前記N個の送信アンテナから前記1個の受信アンテナへ** 送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される 扱するためのデャルチプックサと、

ンケナの各々に対して、前記サプストリームの各々をN サプストリームあたりN個の菌み付けされたサプストリ 前配送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた めに、前記送信アンテナの各々に対して、前記サブスト リームの各々から生成された前記虫み付けされたサブス -- 4を生成するために、1つの肌みを前配N個の送信ア 個の町みで瓜み付けするためのマルチプレクサと、

タをさらに有することを特徴とする精水項11 記載の送 [請求項12]・ 前記結合された重み付けサブストリー ムの各々を毀換するためのデジタル/アナログコンバー ることを特徴とする説信機、

前記アナログ変換された結合された重 み付けサブストリームの各々を無線固波数に変換するた めのアップコンパータをさらに有することを特徴とする 請求項11記載の送信機。 [請求項13]

【精水項14】 前記효みは、前記逆方向チャネルを介 して前記受信機から受信された順方向チャネル応答の前 記送信機において決定されることを特徴とする請求項1 記権定値および前記干渉共分散行列推定値に広じて、

九、前配逆方向チャネルを介して前配送債機に送信され 前記重みは、前記受信機中で決定さ F列式H ↓ (KN) H=U ↑ V2Uを絡くステップと、 ることを特徴とする糖水項11記載の送信機。 [請求項16] 前記賦みは、 1 記載の送信機。 [開水項15] **国立方程式**

 $\sum_{i} \tilde{\lambda}^{t} = P$ および

をゝについて帰くことにより、晳配固有値えをウォーク Φ=U[†]diag (ス~1, ..., ス~W) Uの行列Φを定機 ーフィリングするステップと、 その中の前記団みの各々は、 するステップと、 [数2]

であり、jは1からNまでの数数である非正規化された 用みペクトルw;□ [wil, ..., wiN] を生成するステ HT は、前記チャネル応答行列日の共役転置行列であ ップとにより決定され、ここで、 日は、チャネル応答行列であり

Uは、単位行列であり、その各行は、H [†] (K^N) Hの Λは、Λ=diag (λ1, ..., λ^μ) として定義される対 K^N は、干砂共分散行列であり、 固有ペクトルであり、 角行列であり、

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 ス゚, ..., スムは、H [†] (K^N) Hの各固有値であり、 大数であり、

トリームのうちの1つを結合するための加算器とを有す

kは、1からMまでの整数の指数であり、 U t は、行列Uの共役転置行列であり、 pは、送信される電力であり、

そのアーギュメントが圧でめるときアーギュメント自体 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、 に戻るオペレータであり、

各1~は、各重みベクトルに対する電力を表す中間変数 diagは、様々なえ~ が、行列ゆの主対角線のエレメン

行列Φの各列は、Φ= [z], ..., zN] により示され る正規化された重みベクトルとして使用され、前配正規 zi= [zii, ..., zin] からなり、iは1からNまで 化された 重みペクトルは、個別の正規化された 重み2, の整数であることを特徴とする精水項11記載の送信 トとして配置されることを示し、

【精水項17】 前記送信機および受信機は時分割多重 (TDD) を使用して適信し、前配重みは、前記送信機 に対して前配逆方向リンクの受信機により決定された順 方向チャネル広省の推定値を使用して前記送信機中で決

定されることを特徴とする請求項11記載の法信機。 【請求項18】 L個のアンテナと、 「窗のダウンコンベータか、

ータとを有することを特徴とするM I MOシステム中で 前記受信機により受信されている順方向チャネルに対す る干砂共分散行列の推定値を快定するためのエスティメ 使用するための受信機。

[謄水項19] 前記受信機により受信されている順方 向チャネルに対するチャネル応答の推定値を決定するた めのエスティメータと、

[糖水項20] 前記受信機により受信されている順方 向チャネルに対する干渉共分散行列の推定値を決定する 前記逆方向チャネルに対して、前配干渉共分数行列の推 定値およびチャネル広答の推定値を受信機に送信するた めの逆方向チャネルのための送信機とを有することを特 散とするM I MOシステム中で使用するための送信機。

前記受信機により受信されている順方向チャネルに対す るチャネル応答の推定値を決定するためのエスティメー ためのエスティメータと

受信されている順方向チャネルに対するチャネル応答の 前記権定値の関数として、データストリームを前記を前 前記受債機により受信されている順方向チャネルに対す る干渉共分散行列の前配推定値および前配受信機により 記受信機に送信するために、前記順方向チャネルの送信 機により使用するための重みを計算するための重み計算 路とを有することを特徴とするMIMOシステム中で使 用するための受信機。

[請求項21] 前記重みを前記逆方向チャネルのため の受信機へ送信するための逆方向チャネルのための送信

機をさらに有することを特徴とする請求項20記載の受

【糖水項22】 L個のアンテナと、 L個のダウンコンベータセ、

前配受信機により受信されている順方向チャネルに対す る干渉共分散行列の椎定値を快定するためのエスティメ 前記受信機により受信されている順方向チャネルに対す るチャネル応答の推定値を快定するためのエスティメー

データストリームを前記受信機に送信するための前記題 方向チャネルの送信機により使用するための重みを計算 F列式H ↑ (KN) H=U ↑ A²Uを解くステップと、 するための重み計算器とを有し、 前配重みは、

国立方程式

および

 $\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$

Φ=U[†]diag (1^{~1}, ..., 1^{~M}) Uの行列Φを定義 かっについて解へことにより、自記固有値えをウォータ ーフィリングするステップと、 するステップと

その中の前記査みの各々は、 [数2] $\sqrt{\tilde{\lambda}^i} z_y$

であり、jは1からNまでの整数である非正規化された Bみペクトルw!= [wil, ..., wiN] を生成するステ ップとにより決定され、ここで、 Hは、チャネル広客行列であり

H^ は、前記チャネル応答行列日の共役転置行列であ KN は、干砂共分散行列でわり、

Uは、単位行列であり、その各行は、HT(KN)Hの 固有ベクトルであり、

Λは、Λ=diag (λ1, ..., λ^M) として定義される対 11, ..., 1^Mは、H[†] (K^N) Hの各固有値であり、 角行列であり、

Mは、前記独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 大数であり、

kは、1からMまでの監数の指数であり U ↑ は、行列Uの共役転置行列であり、

トは、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、 pは、送信される電力であり、

9

ものアーギュメントが圧むあるとをアーギュメント自体 に戻るがペアーかかわり、

各え~は、各重みベクトルに対する電力を安す中間変数

F列Φの各列は、Φ= [z], ..., zN]により示され る正規化された重みペクトルとして使用され、前配正規 化された血みペクトルは、個別の正規化された重みz, z = [z i j · · · · · z i N] からなり、i は 1 から N まで diagは、様々なえ~ が、行列のの主対角線のエレメン トとして配信されることを示し、

の数数であることを特徴とするMIMOシステム中で使

用するための受信機。

[請求項23] L個の受信機アンテナを有する受信機 へ原方向チャネルを介して送信するNGの送信アンテナ するための逆方向チャネルを有する通信システム中で信 テナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号 を備えた近信機および前配受信機から前記送信機へ通信 **母を送信するための方法であって、前配し値の受信アン** 中に相関が存在する可能性があるものにおいて、

首配信与を形成するステップの一部として、 前配信をを形成するステップの一部として、 前配信 アンテナを介して送信されるべきゲータから得られたサ **的RN個の送信アンテナから前配L個の受信アンテナ〜** 送信され得る独立の信号Mの数を快走するステップを有 プストリームに対する重みを快速するプロセスにより、 し、世記何かは、

F列式H ↑(KN)H=U ↑ A²Uを解くステップと、

邁立方程式

 $\sum_{i} \tilde{\chi}^{k} = P$

かっについて解くことにより、前的固有値えをウォータ Φ=U[†]ding (1~l, ..., 1~ll) Uの行列Φを定義 ーフィリングするステップと、 その中の前記載みの各々は、 するステップと、

(\$\cup 3)

 $\sqrt{\lambda'}z_y$

であり、jは1からNまでの監験である非正気化された 個みペクトルwim [wil. ... wiN] を生成するステ H^ は、前記チャネル応答行列日の,共役転圜行列であ ップとにより快走され、ここで、 Hは、チャネル応律行列であり

KN は、干渉共分散行列であり、

Uは、単位行列であり、その各行は、H[†] (K^N) Hの 固有ペクトルであり

Λは、Λ=diag (ス1, ..., スル) として定義される対 角行列であり、

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 1. ..., 1^Mは、H[↑] (K^N) Hの各固有値であり、 大数であり、

rは、1からMまでの整数の指数であり、 U t は、行列Uの共役転置行列であり、

pは、送信される電力であり、

トのアーギュメントが圧でわるときアーギュメント自体 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、

各えでは、各重みベクトルに対する電力を表す中間変数 に戻るオペワータであり、 7.85

行列Φの各列は、Φ= [z], ..., zN] により示され る正規化された重みペクトルとして使用され、前配正規 diagは、様々なえ~ が、行列やの主対角線のエレメン トとして配置されることを示し、

z |= [z | 1 · · · · · z | N] からなり、i は1からNまで

の監数であることを停倒とする方法。

化された重みベクトルは、個別の正規化された重み2,

[発明の詳細な説明]

[000]

[晃明の属する技術分野] 本発明は、ワイヤレス通信に 係り、特に、送信機において複数のアンテナを使用しか **つ受信機において複数のアンテナを使用するワイヤレス** 语信システム、いむゆるセルチプパインプット・セルチ プルアウトプット (MIMO) システムに関する。 [0000]

[叔来の技術] マルチプルインプット・セルチプルアウ プラーンテナ対シングラーンテナのシステムに比べて聲 的に容量を増大させることができることがこの技術分野 即ちシングルアンテナ対シングルアンテナまたはマルチ トプット (MIMO) システムは、シングルアンテナ、 においてよく哲られている。 [0003]

あることが好ましい。これらの信号がある程度の相関を [発明が解決しようとする課題] しかし、この改良のた めに、マルチプル契信アンテナに到過する様々な信号が 主に相関性がないようなリッチスキャッタリング環境が 有する場合、そしてそのような相関が無視される場合、 パフォーマンスが低下しかつ容量が減少する。 [0004]

[鞣麹を解決するための年段] 我々は、いくらかの相関 テムにおいて信号を生成する方法を発明した。本発明の 受信された信号からそれらを抽出する受信機の能力を改 にも関わらず、そのつべルの相関のチャネルで適成され 得る最高の性能および容量を得るように、MIMOシス 原理によれば、様々なアンテナから送信される信号は、

節するように処理される。より具体的には、同時に法信 各アットストリームの複数のページョンが同時に送信さ が相関がないようにされたと同じように受信された信号 されるピットストリームの数が、相関のレベルに依存し て、関節され、例えば低減され、様々に重み付けされた て、各アンテナについての1つの結合された重み付け信 号、いわゆる「送信ペクトル(transmit vector)」を生 成する。受信機は、受信アンテナに到達する全ての信号 れる。様々に重み付けされたページョンは、結合され

[0005] 本発明の実施形態において、盤みベクトル リンクの送信機に知らせた順方向リンクのチャネル特性 向リンクのチャネル特性を使用して順方向チャネル受信 機により決定され、快定された重みベクトルは、逆方向 [0006] 重みペクトルを決定するために使用される チャネル特性は、送信機から受信機へのチャネル応答お よび受信機において測定された雑音および干渉の共分散 (weight vector) は、逆方向リンクの送信機により順 方向リンクの受信機から送信されることにより、順方向 本発明の別の実施形態において、重みベクトルは、頗方 リンクの送信機により順方向リンクの受信機から送信さ を使用して、順方向チャネル送信機により快定される。 れることにより、順方向リンクの送信機に知らされる。 厅列(covariance matrix)を含み得る。 [発明の実施の形態] 機能ブロック「プロセッサ」を含 セッサにより提供される場合、機能は、単一の専用プロ セッサにより、単一の共用プロセッサにより、またはそ のうちのいくつかが共用されうる複数の個々のプロセッ ドウェア並びに適切なソフトウェアとの間違でソフトウ ェアを実行することができるハードウェアを含む。プロ む図画に示された様々なエレメントの機能は、専用ハー サにより提供され得る。

[0000]

ことができるハードウェアのみを排他的に指すものと解 ラ」の用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行する ア、ソフトウェアを配位するためのリードオンリメモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM) および 【0008】また、「プロセッサ」または「コントロー が、デジタルシグナルプロセッサ (DSP) ハードウェ 釈されるべきではなく、これに限定されるものでない 不揮発性配位装置を暗示的に含み得る。

ログラムロジックの動作により、専用ロッジクによりプ ログラムコントロールの相互作用により、および専用ロ [0009] 従来のおよび/またはカスタムの他のハー ドウェブも、含まれ得る。同様に、図面に示されたスイ ッチは、単に概念的なものである。それらの機能は、プ ジックにより、または指導により実行されることがで

ノテナを有する受信機へ送信するN個の送信アンテナを 【0010】図1は、順方向チャネル上をL個の受信ア き、設計者により特定の技法が選択可能である。

備えた送信機および受信機から送信機への通信のための 逆方向チャネルを有するM I MOシステムにおいて送信 **を示し、いくらかの祖閣にも聞わらず、そのアベアの相** するための信号を生成するための送信機の例示的な一部 関のチャネルで適成され得る最高の性能および容量が、 本発明の原理により得られるようになっている。 [0011] 図1において、a) デャルチグレクサ (de nux)101、b) アンテナ信号ディペロッパ103-1 ないし103-Nを含むアンテナ信号ディベロッパ10 3、c) 粗み供給器105、d) アンテナ107-1な いし107-Nを含むN個のアンテナ107, e) 11 5-1ないし115-Nを含むデジタル/アナログコン パータ (DAC) 115、およびり) アップコンパータ 117-1ないし117-Nを含むアンプコンパータ1 17が示されている。

れ得る相関のない信号の数に一致するように減少させら れる。そのような場合において、使用される特定の出力 は、設計者の最良による。例えば、第1のY出力のみが [0012] デマルチプレクサ101は、入力としてデ **ータストリームをとり、入力データストリームから供々** などットをデータサブストリームの各々に供給すること つのデータストリームが、デマルチプレクサ101によ 合、同時に送信されるピットストリームの数は、送信さ 使用される。ここで、Yは送信され得る相関のない信号 により、出力データサブストリームとして供給する。1 り、N個の出力のうちの10に供給され得る。しかし、 送信され得る相関のない信号の数が減少させられる場 の数である。

型みブロック109−1ないし109−Nのうちの1つ および加算器111-1ないし111-Nのうちの1つ を含む。アンテナ信号ディベロッパ103のうちの各々 において、ゲータサブストリームが、 重みブロック 10 [0013] 各データサプストリームは、アンテナ信号 ディベロッパ103のうちの対応する1つに供給され る。アンテナ信号ディベロッパ103のうちの各々は、 9のうちの1つの中の原質器113の各々に供給され

して送信機に供給され、必要とされる時点まで、重み供 に重み値を供給する。本発明の一実施形態において、重 み供給器105は、図示しない受信機から逆方向チャネ ルを介して受信された情報に応答して、重み値を実際に 受信機において生成され、そして、逆方向チャネルを介 **給器105に格納される。本発明の一側面に従って曲み** [0014] 重み供給器105は、栗算器113の各々 生成する。本発明の別の実施形態において、重み値は、 を生成するためのプロセスを、以下に説明する。

プストリームをそれが受信する重みと乗算する。得られ [0015] 乗算器113の各々は、それが受信するサ る貸は、加算器111のうちのそれぞれ1つに供給され 5。特に、各重みブロック109のR番目の駅算器によ

り供給される複は、加算器111のR番目のものに供給 ムを供給されない果算器に対して、それらの出力は、設 **計者により留まれるいずれかの技法により、ゼロになる**

される。ここで、Rは1ないしNである。 サブストリー

よう保証される。

受信するデジタル信号をとり、それをアナログベースパ 115の各々は、加算器111のうちの1つからそれが トのために、アンテナ107のそれぞれ1つに供給され [0016]加算器111の各々は、それに入力される 盾号を加算し、得られる和を、DAC115のうちのそ の関連するそれぞれ1つに出力として供給する。DAC ンド信号に変換する。DAC115の各々により生成さ れるアナログベースパンド信号は、アップコンパータ1 1705ちのそれぞれ10に供給され、アップコンベー タ117は、ペースパンドアナログ信号を無線周波数信 **身にアップコンパートする。アップコンパータ117に** より作られる無線固弦数信号は、受信機へボードキャス

[0017] 図2は、本発明の原理に従って構成された **ず, 図2は、a) アンテナ201-1ないし201-L** を含むし個のアンテナ201、6) ダウンコンパータ2 03-1ないし203-Lを含むダウンコンパータ20 3、c)アナログ/デジタルコンパータ205-1ない し205-1 を含むアナログノデジタルコンパータ (A DC)205、d)権庶干渉共分散行列およびチャネル 応答ユニット207、a) 任意的な重み計算器209、 MIMOシステムのための受信機の例示的な一部を示 およびり)任意的なスイッチ211を示す。

1 つへその間反的パージョンを供給する。 ダウンコンベ [0018] アンテナ201の各々は、無棒信号を受信 し、ダウンコンパータ203のそのそれぞれの関連する **ータ203の各々は、それが受信する信号をベースパン** を、ADC205のその関連する1つへ供給する。AD C205の各々は、それが受信したペースパンドナナロ 4、推定干砂共分散行列およびチャネル広省ユニット2 ドにダウンコンパートし、得られるペースパンド信号 グ信号を、デジタル殺現に変換し、このデジタル殺現 0.7に会路する。

[0019] 推定干渉共分散行列およびチャネル広答ユ ニット207は、通常の方法で、干渉共分散行列の権定 行列は、複数の迭信アンテナおよび複数の受信アンテナ 値および順方向行列チャネル応答の推定値を生成する。 が存在するために必要とされる。

ケャネル応答の推定値は、任意的な重み計算器209に 供給されるか、または逆方向チャネルを介して送信機に [0020] 干渉共分散行列の推定値および順方向行列 供給される (図1)。 干渉共分散行列の推定値および順 方向行列チャネル応答の推定値が置み計算器209に供 かつ以下に説明するように、使用されるべき重み値を決 恰される場合、血み肝算器は、本発明の一側面に従って

[0021] 図3は、本発明の原理に従って、いくらか (図1) に供給する。

生成するための例示的プロセスを、フローチャートの形 の相関にもかかわらずそのフベルの相関のチャネルで達 成され得る最高の性能および容量が得られるように、L 国の受信機アンテナを有する受信機へ順方向チャネルを 介して送信するN個の送信アンテナを備えた送信機およ び受信機から送信機へ通信するための逆方向チャネルを 有するMIMOシステムにおいて送信するための信号を

プロトコルは以下のものである。第1に、チャネル特性 [0022] 図3のプロセスは、図1および2のハード ぴチャネル広省ユニット20.7 に接続されており、通信 が安定である関の時間の長さを決定することが必要であ ウェアを使用する本発明の実施形態において使用され得 る。ここで、交換器211は、推定干涉共分散行列およ

られているように、システムが使用されるべき環境の謝 リング段階において実行される。チャネル特性が安定で [0023] これは、典型的には、当業者によりよく知 定を使用して、システムを開発するシステムエンジニア ある時間の長さが知られていると、時間はフレームとし 各フレームは、1つまたは2つ以上のタイムスロットを 占める可能性があるプリアンブルを有する。フレーム、 て考えられ、フレームはタイムスロットに分割される。 したがってタイムスロットは、現実に反復する。

[0024] 図3のプロセスは、各フレームの柏まりに おいて、ステップ301において開始される。次に、ス テップ303において、受信機における干渉共分散行列 よびチャネル応答ユニット207(図2)のような順方 向リンクの受信機中で決定される。その後、ステップ3 0 5において(図3)、干渉共分散行列KN およびチャ ネル広答行列日が、例えば逆方向チャネルを介して順方 向リンクの送信機へ、順方向リンクの受信により供給さ KNおよびチャネル応答日が、例えば干渉共分散行列お

[0025] ステップ307において、例えば重み供給 win] が計算される。 ここで、iは、1からNまでの数 る。最初に、行列式H ↑ (KN) H=U ↑ A²Uが解かれ 数である。具体的には、重みは以下のように計算され 器105 (図1) により、無みwi= [wil, …,

- a) Hはチャネル応答行列、
- り、1は共役転置行列のためのよく知られたシンボルで b) H [†]は、チャネル広答行列Hの共役転置行列であ
- d) Uは単位行列、その各列は、H t (KM) Hの固有 [0028] c) K^N は、干渉共分散行列、 ベクトルである。

e) Aは、A=diag (ス1, ... , スル) として定義され る対角行列であり、11, ..., 14は、H [†] (KN) H の各固有値であり、Mは、非ゼロ固有値の最大数であ り、実際に使用され得るサプストリームの数に対応す

ーフィリング (waterfilling) 」が、ッに対して適立方程式1~k= (v-1/ (1k) 2) *および [0027] そして、よく知られたいわゆる「ウォータ f)U t は、行列Uの共役転置行列である。

$$\tilde{\lambda}^{k} = (\nu - \frac{1}{(\lambda^{k})^{2}})^{*}$$

$$B.kU$$

$$\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$$

で、kは、1からMまでの整数の指数、Pは、送信され 【0028】新しい行列のは、Φ=U[†]diag (1∼1, ..., 1∼4) Uとして定義され、diagは、他 の全てのエントリがゼロである行列の主対角のエレメン を解くにとにより、固有値えについて実行される。ここ る魅力、十は、そのアーギュメンドが負であるときゼロ に戻り、そのアーギュメントが正であるときアーギュメ トとして様々なえ一が配置されることを示す。行列中の により示される正規化された重みベクトルとして使用さ ント自体に戻るオペレータであり、各1〜 は、各重み 各列は、単位電力に基づいて、 $\Phi = \begin{bmatrix} z_1, & \dots, & z_N \end{bmatrix}$ ベクトルに対する魅力を表す中間変数である。

[2i], ..., ziN] からなる。そして、魚みベクトル wi= [wil, ..., wiN] は、魚みペクトルに割り当て られるべき電力に基づいて、非正規化することにより快 れ、重みベクトルは、個別の重み2,21= 定される。その中の様々な重みは、

$\sqrt{\hat{\lambda}}^{i}z_{ij}$

リームの各ピットは、そのそれぞれの無みベクトル中の [0029] ステップ309において、入力データスト リームS (t) (因1) は、例えばデマルチプレクサ1 れる。データストリームの各々は、ステップ311にお れ1つで乗算される。換書すれば、各特定のデータスト **重みの各々と聚算されて、各データストリームに対する** [0030] オテップ313において、サブストリーム 01により、N個のサブストリームS1... SNに分割さ いて (図3)、 粗みベクトルw!!, ..., w!Nのそれぞ の各々に対する重み付けピットは、各アンテナ加算器、 であり、jは1からNまでの類数である。 N個の重み付けピットを生成する。

以上から明らかであるように、Mよりも大きな数のどの サプストリームもゼロとなる。これは、Mが、実際に使 第1の量みから各サブストリームに対して生成され た<u><u>低み付けビットは、第1のアンテナの加</u>算器において</u> **b質され、第2の重みから各サブストリームに対して生 成された重み付けピットは、第2のアンテナの加算器に** そのようなゼロサブストリームは、加算器111により 生成される和に寄与しない。そして、プロセスが、ステ おいて加算される。図1に示すように以下同様である。 用され得るサブストリームの数に対応するからである。 ップ315において称了する。

個の受情機アンテナを有する受情機へ順方向チャネルを び受信機から送信機へ通信するための逆方向チャネルを 有するM I MOシステムにおいて送信するための信号を [0031] 図4は、本発明の原理に従って、いくらか の祖懿にも聞むらず、そのフベナの祖國のチャネルで強 成され得る最高の性能および容量が得られるように、し 介して送信するN個の送信アンテナを備えた送信機およ 生成するための別の倒示的プロセスを、フローチャート の形状やボナ。

[0032] 図4のプロセスは、図1および2のハード 5は、様々な虹みを演算しないが、田み計算器209か ウェアを使用する本発明の実施形態において使用され得 る。ここで、交換器211は、重み計算器209に後数 されており、通信プロトコルは、図3との関係で散劈さ れる。図4のプロセスに対して、図1の曲み供給器10 5受信された重みを単に記憶し、必要な場合、頻算器1 13のうちの様々なものにそれらを供給する。

[0033] 図4のプロセスは、各フレームの始まりに おいて、ステップ401において開始される。改に、ス テップ403において、受信機における干渉共分散行列 よびチャネル応答ユニット207(図2)のような順方 向リンクの受信機中で決定される。ステップ405にお いて、例えば囲み供給器105(図1)により、<u>聞</u>みw |- [wil, …, wiN] が計算される。具体的には、重 KNおよびチャネル広答Hが、例えば干渉共分散行列お みは以下のように計算される。

[0034] 最初に、行列式H[↑] (KN) H=U[↑] A²U が解かれる。ここで、

a) Hはチャネル応答行列、

り、十は共役転置行列のためのよく知られたシンボルで b)H「は、チャネル広答行列Hの共役転置行列であ

c) KN は、干砂共分散作列、

d)Uは単位行列、その各列は、H↑(KM)Hの固有 ベクトルである。 e) Aは、A=diag (ス1, ..., ス4) として定能され る対角行列であり、11, ..., 1^Mは、H[†] (K^{N)} H の各固有値であり、Mは、非ゼロ固有値の最大数であ り、実際に使用され得るサブストリームの数に対応す

例えば、加算器111により結合される。これに関し

îi A

特開平13-237751

9

ーフィリング (waterfilling) 」が、ゝに対して函女方 [0035] そして、よく知られたいわゆる「ウォータ f) U t は、行列Uの共役転置行列である。

$$\tilde{\lambda}^k = (\nu - \frac{1}{(\lambda^k)^2})^*$$

および

$$\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$$

で、kは、1からMまでの監数の指数、Pは、送信され る魅力、十は、そのアーギュメントが負であるときゼロ に戻り、そのアーギュメントが圧であるとき、アーギュ は、他の金でのエントリがゼロである行列の主対角のエ . zN] により示される正規化された虫みベクトルとし られる人を負力に描かられ、非正然化することにより状 を除くことにより、固有値えについて実行される。ここ 竹列のの各列は、単位電力に基づいて、Φ= [z], ... [zil·.... zin] からなる。そして、田みベクトル w!= [w!!, ..., w!N] は、風みベクトルに着り当て メント自体に取るオペワータであり、各1~ は、各国 レメントとして様々なぇ~ が配置されることを示す。 (ス~l, ..., ス~ル) Uとして危機され、diag て使用され、自みベクトルは、値別の包みェ、1= みベクトルに対する魅力を数す中間収数かめる。 [0036] 新しい行列のは、Φ=U[†]diag 危される。その中の様々な重みは、

[0037] その後、ステップ407において、快定さ れた点み値が、例えば逆方向チャネルを介して、順方向 リンクの受信機により、原方向リンクの送信機へ供給さ れる。重みは、重み供格器105(図1)中に配置され であり、うはしからN虫での熱板である。

[0038] ステップ409 (図4) において、入力デ ータストリームS(t) (図1) は、例えばデャルチナ に分割される。データストリームの各々は、ステップ4 のそれぞれ1つで果算される。 ここで、1は、1からN までの監数である。換書すれば、各特定のデータストリ **しムの名 アットは、そのそれぞれの祖みペクトル中の田** みの各々と果算されて、各データストリームに対するN レクサ101により、N国のサプストリームSi...SN 11において (図4)、 国芬ベクトルWil, ..., wiN 個の瓜み付けピットを生成する。

[0039] ステップ413において、サブストリーム

た、第1の個みから各サブストリームに対して生成され 以上から明らかであるように、Mよりも大きな数のどの た虫み付けピットは、第1のアンテナの加算器において 加算され、第2の重みから各サブストリームに対して生 成された虫み付けピットは、第2のアンテナの加算器に サプストリームもゼロとなる。これは、Mが、実際に使 そのようなゼロサブストリームは、加算器111により 生成される和に寄与しない。そして、プロセスが、ステ の各々に対する重み付けピットは、各アンテナ加算器、 おいて加算される。図1に示すように以下同様である。 用され得るサプストリームの数に対応するからである。 別えば、加算器111により結合される。これに関し ップ415において終了する。

のチャネルを使用し、順方向チャネルと逆方向チャネル との間の時間スプリットが小さい場合、順方向チャネル [0040] 単一のチャネルを履方向チャネルおよび逆 ち向チャネルの両方に対して共用するいわゆる「時分割 二宜」(TDD)システムと共に使用するための本発明 の別の英祐形態において、チャネル応答の推定は、ワイ ヤレスリンクの一方の始部において安行され得る。これ は、同じ周波数チャネルを順方向チャネルおよび逆方向 チャネルが共用し、いずれかの一時点において交互にそ および逆方向チャネルに対するチャネル応答が同じにな るからである。

ルの受情機と同じチャネル応答となり、順方向リンクの 仮方向チャネルの受信機と同じチャネル応答となり、逆 方向リンクの受信機は、順方向リンクの受信機により以 前に実行された全てのチャネル推定を実行することがで きる。同様に、順方向チャネルの受信機は逆方向チャネ 受信機は、逆方向リンクの受信機により以前に実行され 【0041】したがって、逆方向チャネルの受信機が、 た金てのチャネル権定を実行することができる。

MIMOシステムにおいて、様々なアンテナから送信さ れる信号を、いくらかの相関にも関わらず、受信された 信号からそれらを抽出する受信機の能力を改替するよう に処理することを可能にする方法および装置を提供でき [発明の効果] 以上説明したように、本発明によれば、 [0042]

(図面の簡単な説明)

【図1】本発明の原理に従って、いくらかの相関にも関 わらず、そのレベルの相関のチャネルで強成され得る最 あの性能および容量が得られるように、MIMOシステ ムにおいて送信するための信号を生成するための送信機 の例示的な部分を示す図。

[図2] 本発明の原理に従って構成されたMIMOシス テムのための受信機の例示的な部分を示す図。

[図3] 本発明の原理に従って、いくらかの相関にも関 高の性能および容量が得られるように、MIMOシステ わらず、そのフベルの祖間のチャホルで遠成され得る最

ĝ 207 権定干渉共分散行列およびチャネル応答ユニッ 103-1,103-1 7ンケナ信号がょくロッパ 受信ಡにおける干渉共分数行列K" およびチャネル広答Hを推定 各サプストリームに倒みベクトルのうちの1つを発揮 入力データストリームをN留のサブストリームに分的 117-1, 117-N アップコンバータ 天信機におけるW, を計算 **E (###**) W·电话周围に供给 [<u>M</u>4] 203 ダウンコンパータ 2.1.1 逆方向チャネル 209 重み計算器 201 7ンテナ 107 7ンケナ [図2] ヌ 엻 30 ş ž ムにおいて送信するための信号を生成するための例示的 [図4] 本発明の原理に従って、いくらかの相関にも関 ムにおいて送信するための信号を生成するための別の例 わらず、そのレベルの相関のチャネルで達成され得る最 高の性能および容量が得られるように、MIMOシステ 受路機における干渉共分配行列ド"およびチャネル広客日を推定 示的なプロセスをフローチャートの形式で示す図。 入力データストリームをN間のサブストリームに分割 各サプストリームに属みベクトルのうちの1つを乗算 なプロセスをフローチャートの形式で示す図。 HおよびK"を送信機に供給 OS (HEE) 105 紅み供給器 逆方向から [<u>8</u>3] W. 老群集 101 デマルチプレクサ (図 1 【符号の説明】

レロントページの統令

H04J 3/00 (61) Int. C1. 7

囊別配多

H04J 3/00 F

7313 各アンチナ加度器において意み付けされたサブストリームを結合

各アンテナ加算器において重み付けされたサブストリームを結合

デーマュート、(物化) Ξ

(11) 出版人 696077259 (11) 出版人 696077259 (12) 出版 Avenue, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, New Jo ras y 07974-0636U. S. A. (72) 税明年 ジェラルド ジョセフ フォスチーニ フェージャージー、ニュージャージー・セイアービル、オーチャード ストリート 79

(72)発明者 エンジェル ロザノ

アメリカ合衆国、10006 ニューヨーク、 ニューヨーク、ウェストストリート 21、 アパートメント 4 - G ゴ ファロク ランドーファロク アメリカ合衆国、94639 カリフォルニア、 フレモント、ピー・オー、ポックス (72) 発明者

レイナルド エー、パレンズエラ アメリカ合衆国、07733 ニュージャージ ー、ホルムデル、パートリッジ ラン 17 (72) 発明者